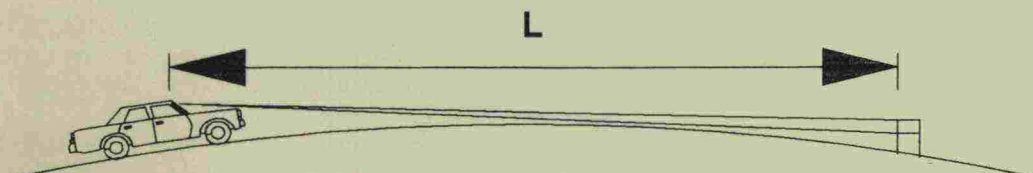




Tielaitos

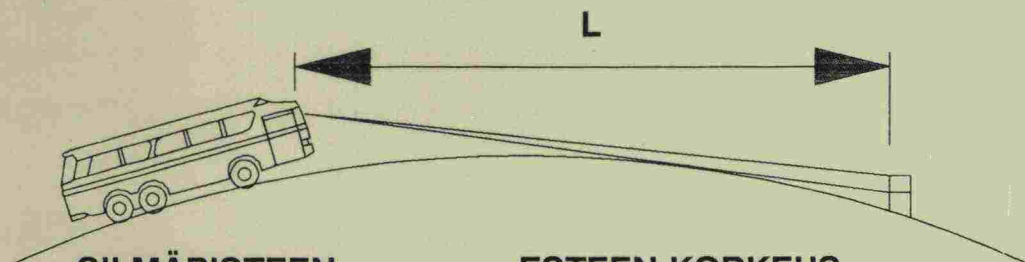
Pääväylät kaupunkialueilla

Suuntaus



**SILMÄPISTEEN
KORKEUS 1.1 m**

**ESTEEN KORKEUS
0.2 m, JOSTA NÄKY-
VÄ OSUUS $0.0003 \cdot L$**



**SILMÄPISTEEN
KORKEUS 2.05 m**

**ESTEEN KORKEUS
0.2 m, JOSTA NÄKY-
VÄ OSUUS $0.0003 \cdot L$**

**Tielaitoksen
selvityksiä**

57/1991

Helsinki 1991

**Tiehallitus
Kehittämiskeskus**

Tielaitoksen selvityksiä
57/1991

Pääväylät kaupunkialueilla

Suuntaus

Tielaitos
Tiehallitus, kehittämiskeskus

Helsinki 1991

ISBN 951-47-5527-8
ISSN 0788-3722
TIEL 3200052
Tähti-Offset Ky
Helsinki 1992

Julkaisua myy
Tiehallitus, painotuotevarasto

Tielaitos
Tiehallitus
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI

Pääväylät kaupunkialueilla, Suuntaus. Helsinki 1991, Tiehallitus, kehittämiskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 57/1991, 30 s. + liitt. 5 s. ISBN 951-47-5527-8, ISSN 0788-3722, TIEL 3200052

Asiasanat pääväylä, kaupunkialue, näkemät, geometria, tasaus

Tiivistelmä

Kaupunkien pääväylien suuntaus -selvityksessä tarkastellaan liikenneväylien suuntauksen mitoitusperusteita ja geometrisen suunnittelun lähtökohtia. Selvitys sisältää linjauksen ja tasauksen ohjeelliset mitoitusarvot sekä näkemien arvot ja määrittelyperiaatteet. Näkemäarvoja käytettäessä on otettava huomioon voimassa olevat viranomaispäätökset.

Laatuluokituksella on pyritty luomaan suunnitteluun joustavuutta, määrittelemällä geometrisille suureille minimiarvot, joilla liikennöinti vielä on turvallista. Tässä raportissa esitetyt geometriset mitoitusarvot ovat tielaitoksen maaseututeiden ja taajamateiden suunnitteluohjeisiin verrattuna varsinkin välttävän laatuluokituksen osalta selvästi pienempiä.

Selvityksen tausta-aineistona ovat olleet uusimmat ruotsalaiset ja saksalaiset suunnitteluohjeet ja niihin liittyneet tutkimukset.

ALKUSANAT

Kaupunkien pääväylillä tarkoitetaan valtakunnalliselle tai seudulliselle liikenteelle tarkoitettuja ohikulku-, läpikulku- sekä sisääntuloteitä. Ne ovat hallinnollisesti pääasiassa yleisiä teitä, mutta voivat olla myös katuja. Kaupunkialueilla tarkoitetaan tässä yhteydessä rakennettuja, asemakaavoitettuja alueita, jotka ovat väylän läheisyydessä tai vaikutusalueella. Isompien maalaiskuntien pääteitä ja kaupunkien sisäisiä vilkasliikenteisiä katuja voidaan myös pitää pääväylinä.

Tässä kaupunkialueiden pääväylien suuntausta käsittelevässä raportissa tarkastellaan erilaisia näkemiä sekä vaaka- ja pystygeometriaan liittyviä suureita. Raportti liittyy osaselvityksenä tiehallituksen yhteistyössä kaupunkien ja muiden sidosryhmien kanssa tekemään kaupunkiseutujen pääväylien standardiselvitykseen. Selvityksen teknisiä suunnitteluperiaatteita käsitteleviä osaselvitysraportteja ovat:

1. Suunnittelu- ja mitoitusperusteet
2. Suuntaus
3. Poikkileikkaus
4. Tasoliittymät
5. Eritasoliittymät
6. Kevytliikenne
7. Joukkoliikenne
8. Pääväylä ja ympäristö

Raporttien pohjalta on laadittu suunnitteluohje: Pääväylät kaupunkialueilla, yleiset laatuvaatimukset ja suunnitteluperiaatteet. Ohje koskee yleisinä teinä toteutettuja pääväyliä, mutta sopii soveltuvien osien myös katujen suunnitteluun.

Helsingissä joulukuussa 1991

Tiehallitus
Kehittämiskeskus

Sisältö

TIIVISTELMÄ	3
ALKUSANAT	5
SISÄLLYSLUETTELO	6
1 JOHDANTO	9
2 SUUNNITTELU- JA MITOITUSPERUSTEET	9
2.1 Yleistä	9
2.2 Laatulokitus	10
2.3 Mitoitusperusteet	11
2.3.1 Mitoitus- ja tarkistusajoneuvot	11
2.3.2 Ajotekniset perusarvot	13
- Mitoitusnopeus	13
- Reaktioaika	14
- Kitka	14
- Silmäpisteen korkeus ja näkemäkulma	15
- Esteen korkeus	16
- Ajovalojen korkeus ja valaisukulma	16
- Kiihtyvyys ja hidastuvuus	17
- Rotaatio	18
3 NÄKEMÄT JA NÄKEMÄALUEET	19
3.1 Yleistä	19
3.2 Näkemät	19
3.2.1 Pysähtymisnäkemä	19
3.2.2 Kohtaamisnäkemä	20
3.2.3 Ohitusnäkemä	21
3.2.4 Liittymisnäkemä	22
3.3 Näkemäalueet	22
4 TASAUS	23
4.1 Pyöristyskaaret	23
4.2 Pituuskaltevuus	25
4.3 Sivukaltevuus ja sen muutokset	25

5	PITUUSGEOMETRIA	27
<hr/>		
5.1	Kaarresäteet	27
5.2	Kaarrelevennys	27
5.3	Siirtymäkaaret	29
6	LIITTEET	31
<hr/>		
1.	Pysähtymisnäkemät	
2.	Ohitusnäkemän laskentamalli	
3.	Klotoidin geometria	

1 JOHDANTO

Suuntauksen suunnittelulla tarkoitetaan liikenneväylien ympäristöön sovittamista sekä geometrinen pysty- ja vaakaelementtien valitsemista niin, että väylä täyttää asetetut liikennetekniset vaatimukset sekä liikenneturvallisuus- ja taloudellisuustavoitteet. Kaupunkialueiden pääväylien suunnittelussa ympäristöön sovittamista koskevien vaatimusten lisäksi myöskin geometriset vaatimukset tulee ottaa huomioon riittävässä määrin jo yleiskaava- ja osayleiskaavasuunnittelun yhteydessä. Pääväylien suunnittelussa on pyrittävä erikoisesti hyvään kulkukelpoisuuteen ja turvallisuuteen, jotta ne vähentäisivät tehokkaasti paikallisväylien liikennevirtoja sekä palvelisivat suunnitellulla tavalla ohikulku- ja läpikulkuliikenteen tarpeita.

Sekä Suomessa että ulkomailla on todettu osan ajoneuvojen kuljettajista ajavan liian lujaa sallittuun nopeuteen nähden. Tähän liikenneturvallisuus- ja ympäristöongelmaan ei pääväylillä ole olemassa tällä hetkellä tehokasta väylien muotoiluun tai liikenneympäristön luonteeseen perustuvaa keinoa. Suuntauksen suunnittelussa tämä on otettava huomioon mm. mitoitusnopeutta valittaessa.

Tässä raportissa tarkastellaan lähinnä geometrinen suuntauksen suunnittelua. Ehdotetut kaupunkialueiden pääväylien näkemiä, tasausta ja pituusgeometriaa koskevat suositukset sekä niiden laatuluokitus perustuvat perusarvoihin, jotka on esitetty teknisiä suunnitteluperusteita käsittelevässä raportissa *suunnittelu- ja mitoitusperusteet*. Raportin tausta-aineistona ovat olleet mm. uusimmat ruotsalaiset ja saksalaiset suunnitteluohjeet sekä niihin liittyneet tutkimustulokset ja selvitykset.

2 SUUNNITTELU- JA MITOITUSPERUSTEET

2.1 Yleistä

Liikenneväylien mitoitusperusteet määräytyvät tien merkityksen, liikennemäärän ja liikenteen koostumuksen mukaisten ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien sekä nopeusrajoituksen perusteella. Suuntauksen suunnittelussa ne tulee valita siten, että pääväylien geometria tarjoaa riittävän korkean nopeustason ja liikenneturvallisuuden sekä varsinkin raskaita ajoneuvoja ja ajoneuvoyhdistelmiä varten riittävästi liikennetilaa. Nämä vaatimukset edellyttävät:

- näkemiä, jotka mahdollistavat mahdollisen ajoesteen ohituksen tai ajoneuvon pysäyttämisen ennen sitä

- pieniä kuljettajaan vaikuttavia voimia ja voimien muutoksia
- riittävää turvallisuutta ohituksissa
- riittävää turvallisuutta normaaleissa ja poikkeuksellisissa liikennetilanteissa
- tarvittaessa eri liikennemuotojen erottamista toisistaan

Liikenneväylillä liikennöivien joukkoliikenneajoneuvojen, joissa on seisovia matkustajia tulee voida liikkua turvallisesti ja joustavasti. Lisäksi vanhuksset ja liikuntaesteiset sekä muut suojattomat tienkäyttäjät tulee ottaa huomioon suunnittelussa.

2.2 Laatuluokitus

Katujen ja teiden kulkukelpoisuutta, palvelutasoa, ulkonäköä ja viihtyisyyttä arvioidaan geometrisessa suunnittelussa normaalisti yksittäisiä suunnittelulementtejä kuten pyöristysäiteitä, pituuskaltevuuksia, poikkileikkauksia jne. tarkastelemalla. Nämä sekä niihin vaikuttavat perusarvot on tämän vuoksi jaettu liikenneteknisen vaikutuksensa perusteella taulukon 2.1 mukaisiin laatuluokkiin.

Taulukko 2.1: Laatuluokitus.

Laatuluokka	Kuvaus
Hyvä	Perusarvon perusteella määräytyvän elementin kohdalla voi liikenne edetä joustavasti ja turvallisesti, jos muut tarvittavat perusarvot on valittu hyvän laatuluokan mukaan.
Tyydyttävä	Tyydyttävien perusarvojen mukaan valitun elementin kohdalla joutuu ajoneuvon kuljettaja keskittymään enemmän ajosuoritukseen ja häneen sekä muihin matkustajiin kohdistuu suurempia voimavaikutuksia kuin hyvässä laatuluokassa.
Välttävä	Perusarvojen mukaisten elementtien kohdalla joutuu ajoneuvon kuljettaja reagoimaan nopeasti liikennetilanteisiin. Linja-auton seisovien matkustajien onnettomuusriski on olemassa.

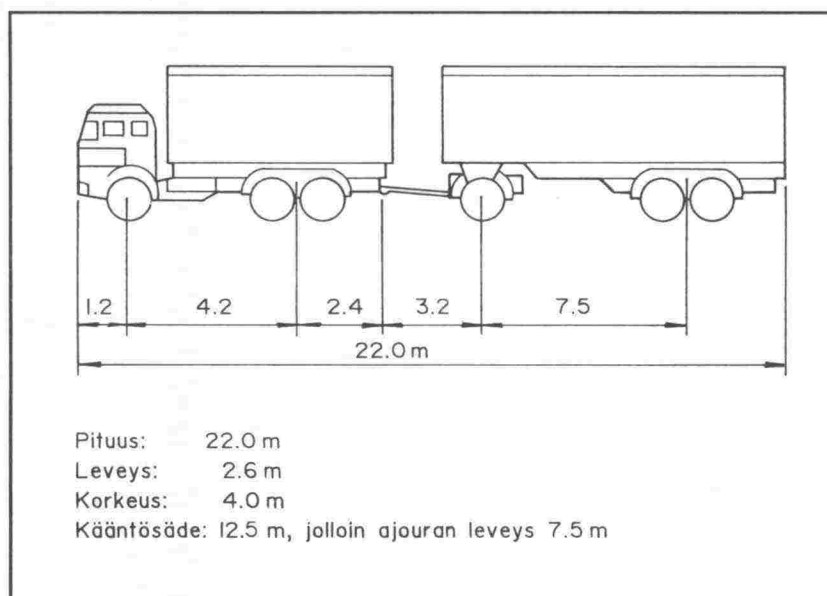
Yleensä suunnittelu- ja mitoituserusteet tulee uusilla pääväylillä valita hyvän laatuluokan mukaisena, jolloin lähes kaikille kuljettajille voidaan varmistaa riittävät näkemät ja turvallinen tiegeometria. Samalla väylillä on olemassa tietty turvamarginaali esim. kuljettajien erilaisten reaktioaikojen ja tien pinnan vaihtelevien kitkaominaisuuksien varalta. Tyydyttävä laatuluokka tulee kysymykseen kohtuuttomien kustannusten välttämiseksi tai kun muilla toimenpiteillä voidaan varmistaa suurimpien esiintyvien nopeuksien säilyminen nopeusrajoituksen suuruisina.

2.3 Mitoitusperusteet

2.3.1 Mitoitus- ja tarkistusajoneuvot

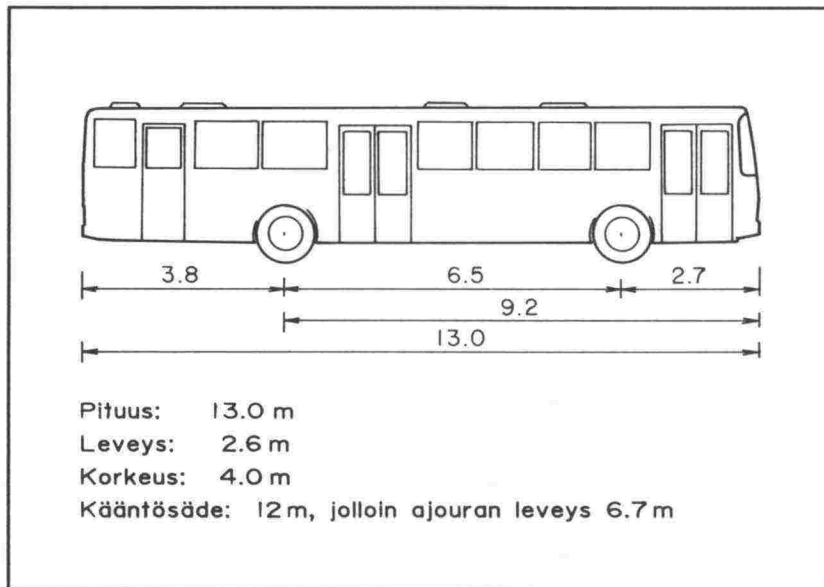
Liikenteessä esiintyvät erilaiset ajoneuvot jaetaan katujen ja teiden geometrista suunnittelua varten mitoitus- ja tarkistusajoneuvoiksi, jotka edustavat mitoituksen määrääviä ja usein samalla luokkansa eniten tilaa vieviä ajoneuvoja. Suuntauksen suunnittelussa mitoitusajoneuvoja ovat perävaunullinen kuorma-auto, linja-auto sekä henkilöauto.

Perävaunullinen kuorma-auto on mitoitusajoneuvo kaupunkialueiden pääväylien pienisäteisten kaarteiden kaarrelevennyksiä mitoitettaessa. Sen ajokäyttäytyminen vastaa täys- ja puoliperävaunullisen kuorma-auton ajokäyttäytymistä ja se määrää linja-autojen ohella väylien suurimmat sallitut pituuskaltevuudet liittymäväleillä ja liittymissä.



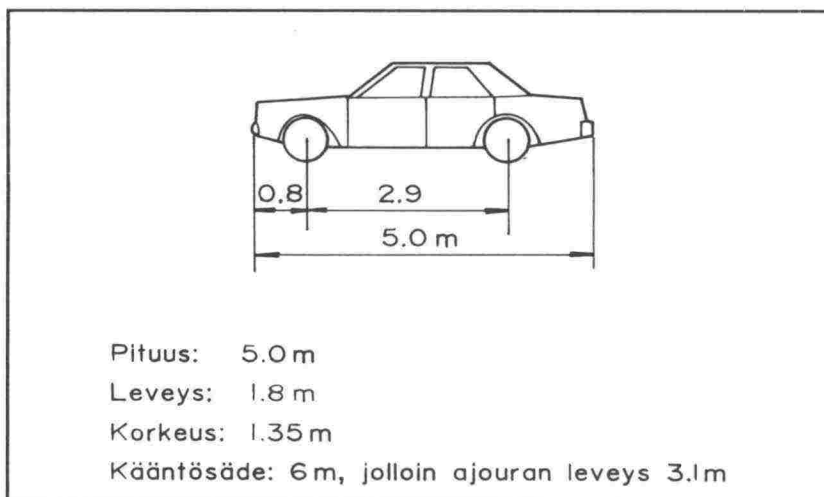
Kuva 2.1: Mitoitusajoneuvo I: Perävaunullinen kuorma-auto.

Linja-auto on mitoitusajoneuvo joukkoliikenteen näkemiä ja niitä vastaavia tasauksen elementtejä mitoitettaessa. Linja-auto mitoitaa myös ajoradan pituuskaltevuudet liittymävälillä ja liittymissä.



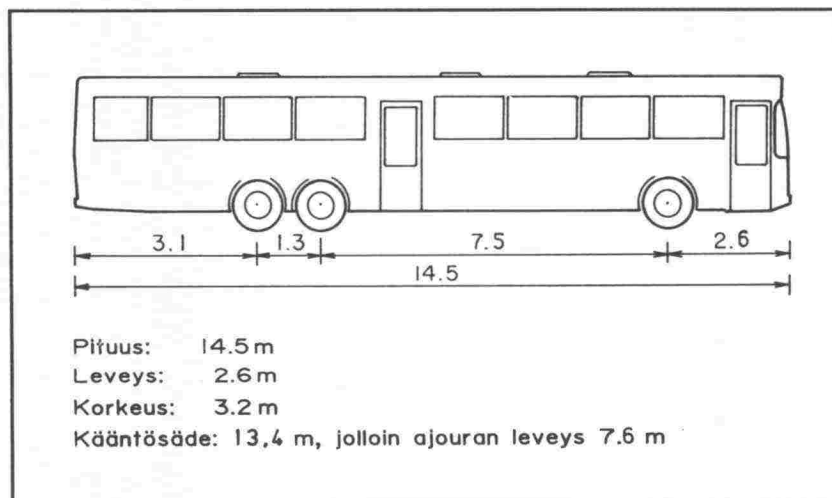
Kuva 2.2: Mitoitusajoneuvo II: Linja-auto.

Henkilöauto on mitoitusajoneuvo näkemäalueita ja näkemien vaatimia katugeometrisia suureita, kuten tasauksen pyöristyssäteitä määritettäessä.



Kuva 2.3: Mitoitusajoneuvo III: Henkilöauto.

Telirakenteinen 14.5 m pitkä linja-auto ei ole varsinainen mitoitusajoneuvo vaan sen avulla yleensä ainoastaan tarkastetaan väylien kulkukelpoisuus tämän ajoneuvon osalta. Sitä käytetään suuntauksen suunnittelussa kaarrelevennyksien mitoittamiseen.



Kuva 2.4: Tarkistusajoneuvo: Telilinja-auto.

2.3.2 Ajotekniset perusarvot

Mitoitusnopeus

Mitoitusnopeus on näkemien, tasauksen geometrinen minimielementtien sekä sivukaltevuuden muutos- ja kaarrelevennyksen tasoitusmatkan määrittelyssä käytettävä nopeus. Taulukossa 2.2 hyvä mitoitusnopeus on arvo v_{85} eli nopeus, jonka 15 % ajoneuvojen kuljettajista ylittää. Tyydyttävässä ja välttävissä laatuluokassa mitoitusnopeus on sama kuin nopeusrajoitus. Joukkoliikenteen mitoitusnopeutena geometrisissa tarkasteluissa on kaikissa luokissa joko väylän nopeusrajoitus tai suurilla nopeuksilla ajoneuvokohtainen nopeusrajoitus.

Taulukko 2.2: Mitoitusnopeus.

Nopeusrajoitus [km/h]	Mitoitusnopeus [km/h]	
	Hyvä	Tyydyttävä/Välttävä
50	50	50
60	70	60
70	80	70
80	90	80
90	100	90
100	105	100
110	110	110
120	120	120

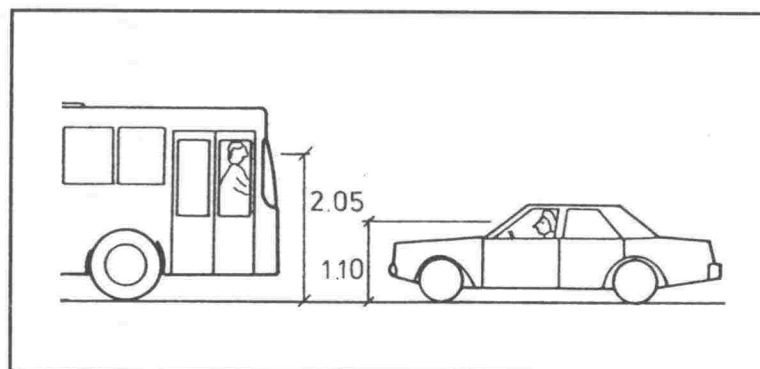
Kaarresäteiden vähimmäisarvojen (välttävä laatutaso) laskennassa käytettävät sivukitka-arvot määräytyvät ajoturvallisuus- ja mukavuustekijöiden perusteella. Kaksipuoleisen sivukaltevuuden alueella tarkastetaan kitkakertoimella $f = 0.05$, ettei ajonopeutta tarvitse alentaa liukkaissakaan olosuhteissa enempää kuin yksipuoleisen sivukaltevuuden kohdalla.

Taulukko 2.5: Sivukitkakertoimet.

Mitoitusnopeus [km/h]	Sivukitkakerroin
50	0.18
60	0.16
70	0.145
80	0.13
90	0.115
100	0.10
110	0.09
120	0.08

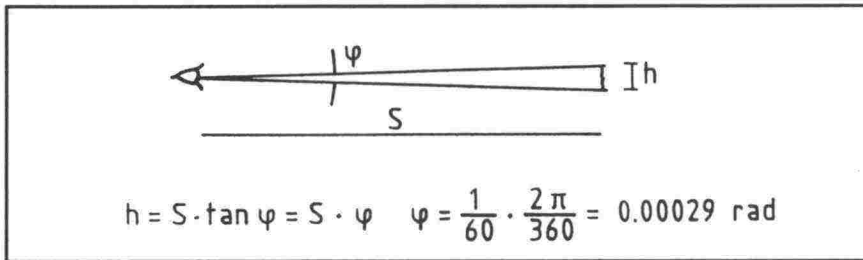
Silmäpisteen korkeus ja näkemäkulma

Silmäpisteen korkeus on ajoneuvon kuljettajan silmän ja ajoradan pinnan välinen pystysuora etäisyys, jota tarvitaan tasauksen pyöristyskaaren säteitä määritettäessä ja näkemäalue tarkasteluja tehtäessä. Geometrisessa suunnittelussa perusarvona käytetään matalimman ajoneuvon eli henkilöauton silmäpistekorkeutta 1.1 m ja joukkoliikenteen käyttämällä väylillä lisäksi linja-auton silmäpistekorkeutta 2.05 m.



Kuva 2.5: Silmäpisteen korkeus.

Pysähtymisnäkemien suunnittelussa tarvitaan lisäksi näkemäkulma, jonka mukaisen osan esteestä tulee olla näkyvissä, jotta este havaittaisiin ja tunnistettaisiin. Näkemäkulman perusarvo on 1 kaariminuutti ($1^\circ/60$).



Kuva 2.6: Näkemäkulma.

Esteen korkeus

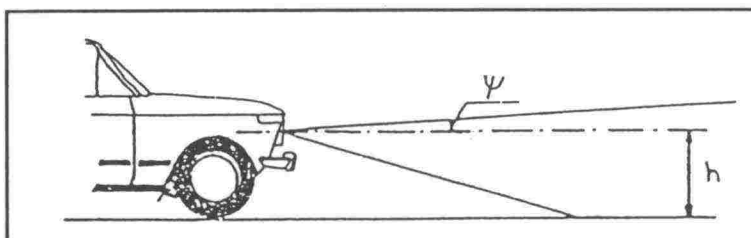
Esteen (ajoesteen) korkeus on ajoradalla, vaadittavalla vapaalla näkemäetäisyydellä olevan mitoittavan esteen pystysuora korkeus mitattuna ajoradan pinnasta. Suuntauksen suunnitteluun ja arviointiin liittyvissä näkemätarkasteluissa käytettävät estekorkeudet ovat taulukon 2.6 mukaiset.

Taulukko 2.6: Näkemätarkasteluissa käytettävät estekorkeudet.

Kohde	Estekorkeus [m]	Käyttö
Este ajoradalla	0.20	Pysähtymisnäkemä
Ajovalot	0.60	Liittymisnäkemä Ohitusnäkemä
Ajoneuvo (silmäpiste)	1.10	Kohtaamisnäkemä Liittymisnäkemä

Ajovalojen korkeus ja valaisukulma

Ajovalojen korkeus on pystysuora etäisyys ajoradan pinnasta ajovaloumpion keskelle. Korkeutta käytetään estekorkeutena liittymä- ja ohitusnäkemätasausta suunniteltaessa sekä määritettäessä tarvittava koveran kaaren pyöristyssäde valaisemattomille katu- ja tieosille lähivaloilla ajettaessa. Mitoittava ajovalojen korkeus on henkilöautoilla 0.6 m ja linja-autoilla 1.0 m.

Kuva 2.7: Ajovalojen korkeus h ja valaisukulma ψ .

Ajovalojen valaisukulma tarkoittaa ajovalokeskiön kautta kulkevan vaakasuoran tason ja lähivalojen tämän tason yläpuolelle suuntautuvan valosäteilyn välistä kulmaa. Valaisukulman suuruus on 1°.

Kiihtyvyys ja hidastuvuus

Ajoneuvojen kiihtyvyys on suunnittelun lähtökohta ohitusnäkemää, eritasoliittymien kiihdytyskaistojen minimipituuksia jne. määrittäessä. Ajodynamiikkaan ajoradan pyöristyskohdissa ajettaessa vaikuttava pystykiihtyvyys on mitoituspäriste valaistujen tieosien koveria pyöristyskaaria mitoitettaessa ja hyvin pieniä tasausviivan taitekulmia pyöristettäessä. Pystykiihtyvyys suuruus riippuu ajonopeudesta ja pyöristyskaaren säteestä.

Taulukko 2.7: Kiihtyvyyden (vaakasuora tie) ja pystykiihtyvyyden perusarvot.

Nopeusalue [km/h]	Kiihtyvyys Ha La [m/s ²]	Laatuluokka	Pystykiihtyvyys [m/s ²]
0 - 30	2.0 0.8	Hyvä	0 - 0.5
30 - 50	1.4 0.8	Tyydyttävä	0.5 - 1.0
50 - 70	1.0 0.2	Välttävä	1.0 - 1.5
70 - 100	0.7		

Kaarteessa liikkuvaan ajoneuvoon kohdistuu pystykiihtyvyyttä vastaavasti kaarresäteestä ja ajoneuvon nopeudesta riippuva sivukiihtyvyys. Sivukiihtyvyyden ajoturvallisuuden ja -mukavuuden perusteella määräytyvät arvot on esitetty taulukossa 2.8.

Taulukko 2.8: Sivukiihtyvyyden perusarvot.

Nopeusrajoitus [km/h]	Sivukiihtyvyys [m/s ²]		
	Hy	Ty	Vä
50	1.00	1.30	1.80
60	0.80	1.10	1.60
70	0.70	1.00	1.45
80	0.65	0.90	1.30
90	0.60	0.80	1.15
100	0.55	0.70	1.00
120	0.45	0.60	0.80

Siirtymäkaarissa ajettaessa ajoneuvoon kohdistuva kiihtyvyys muuttuu. Tämä kiihtyvyyden muutos, jonka matkustajat tuntevat nykäisyinä, ei saisi olla suurempi kuin 0.5 m/s³.

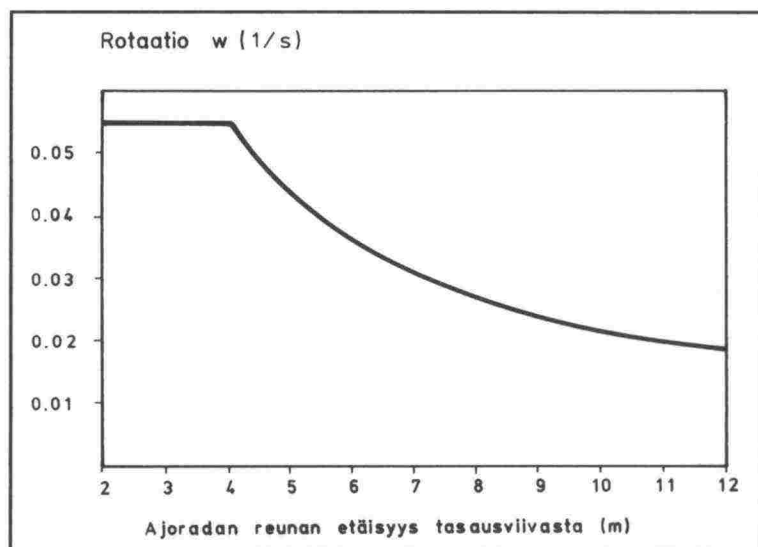
Joukkoliikenteessä seisovan matkustajan turvallisuuteen ja matkustusmukavuuteen perustuvat hidastuvuudet määräävät tarvittavat pysähtymismatkat ja -näkemät. Joukkoliikenteen hidastuvuuden perusarvot on esitetty taulukossa 2.9.

Taulukko 2.9: Joukkoliikenteen hidastuvuuden perusarvot.

Laatu-luokka	Hidastuvuus [m/s ²]	Jarrutustapa/onnettomuusriski
Hyvä	0 - 1.5	Ei tavallisesti onnettomuus-riskiä
Tyydyttävä	1.5 - 2.0	Pienehkö riski seisovilla matkustajilla
Välttävä	2.0 - 3.0	Ilmeinen riski seisovilla matkustajilla

Rotaatio

Kadun ja tien sivukaltevuuden muutoskohdissa ajoneuvo joutuu kiertoliikkeen. Tämän rotaatioliikkeen enimmäisnopeus on kuvan 2.8 mukainen ja sitä käytetään sivukaltevuuden muutosmatkan vähimmäispituuden määrittämiseen.



Kuva 2.8: Mitoittava rotaation enimmäisarvo.

3 NÄKEMÄT JA NÄKEMÄALUEET

3.1 Yleistä

Näkemällä tarkoitetaan ajorataa pitkin mitattua matkaa, minkä etäisyydelle ajoneuvon kuljettajan tulee voida nähdä ajoradalla oleva este minkään rakenteen, leikkausluiskan, kasvillisuuden, lumen tms. estämättä. Liikenneturvallisuus ja liikenteen sujuminen edellyttävät väyliltä tiettyjä miniminäkemiä mm. ajoneuvon turvallista pysäyttämistä ja toisen ajoneuvon ohittamista varten.

Näkemäsuunnittelussa ja -tarkastelussa käytettävät näkemät ovat:

- pysähtymisnäkemä
- kohtaamisnäkemä
- ohitusnäkemä
- liittymisnäkemä

Joukkoliikenteen käyttämillä väylillä tulee olla sellaiset näkemäolosuhteet, että linja-auton kuljettaja voi esteen ajoradalla havaitessaan tarvittaessa pysäyttää ajoneuvon aiheuttamatta seisovalle matkustajalle onnettomuusriskiä. Taajama-alueiden ulkopuolella ei tätä erillistä joukkoliikennettä koskevaa näkemätarkastelua yleensä tarvita.

3.2 Näkemät

3.2.1 Pysähtymisnäkemä

Ajoradan jokaisessa kohdassa tulee olla vähintään pysähtymisnäkemä, jotta ajoneuvon kuljettaja pystyisi mitoitusnopeutta ajaessaan pysäyttämään ajoneuvonsa ennen yllättäen havaitsemaansa estettä. Mitoituspysähtymisnäkemä koostuu:

- reaktioaikana kuljetusta matkasta
- jarrutuksen aikana kuljetusta matkasta

Ajoneuvoliikenteen eri laatuluokkien mukaiset mitoituspysähtymismatkat pituuskaltevuudeltaan tasaisella tiellä on esitetty taulukossa 3.1. Pysähtymismatkakuvaajat tien eri pituuskaltevuuksille ovat liitteessä 1.

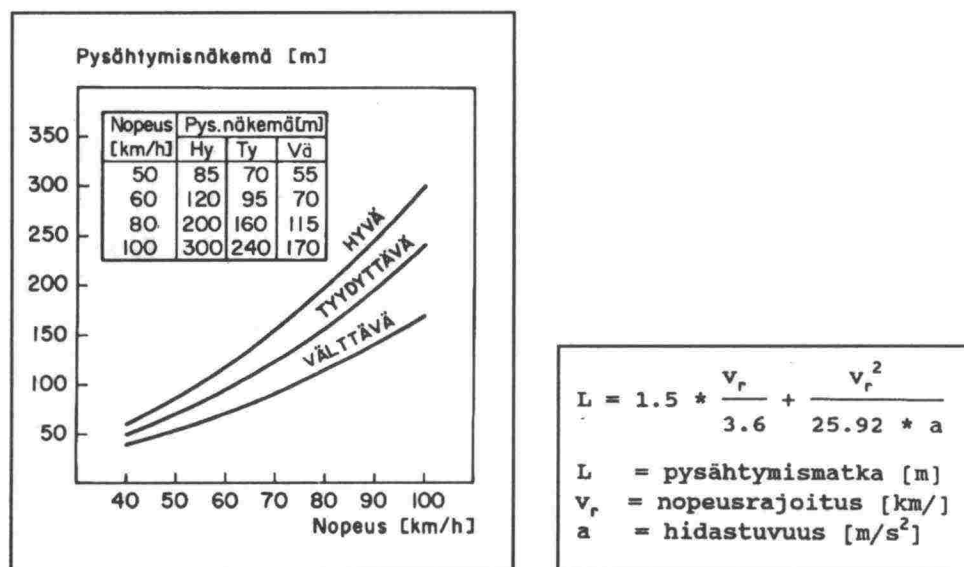
Taulukko 3.1: Pysähtymisnäkemä vaakasuoralla tiellä.

Nopeusrajoitus [km/h]	Pysähtymisnäkemä [m]		
	Hy	Ty	Vä
50	60	55	45
60	100	75	65
70	130	95	85
80	160	120	105
90	195	145	135
100	215	180	165
110	235	220	205
120	280	260	245

$$L = t_r \cdot \frac{v_a}{3.6} + \frac{v_a^2}{254 \cdot (f_{jk} \pm s)}$$

L = pysähtymismatka [m]
 t_r = reaktioaika [s]
 v_a = mitoitusnopeus [km/h]
 f_{jk} = keskimääräinen jarrutus-
kitkakerroin
 s = tien pitouskaltevuus

Joukkoliikenteen vastaavat pysähtymisnäkemät eri hidastuvuusarvoilla on esitetty kuvassa 3.1. Kuljettajan reaktioaika kaikissa laatuluokissa on 1.5 s.



Kuva 3.1: Joukkoliikenteen pysähtymisnäkemät.

3.2.2 Kohtaamisnäkemä

Kohtaamisnäkemä on matka, minkä etäisyydeltä kahden kohtaavan ajoneuvon kuljettajat voivat nähdä toistensa ajoneuvot ja normaaliolosuhteissa pysähtyä yhteenajon välttämiseksi. Eri laatuluokkiin kuuluvat kohtaamisnäkemäarvot, jotka ovat geometrisessa suunnittelussa kaksi kertaa pysähtymisnäkemämatkan pituisia, on esitetty taulukossa 3.2.

Taulukko 3.2: Kohtaamisnäkemä.

Nopeusrajoitus [km/h]	Kohtaamisnäkemä [m]		
	Hy	Ty	Vä
50	120	110	90
60	200	150	130
70	260	190	170
80	320	240	210
90	390	290	270
100	430	360	330
110	470	440	410
120	560	520	490

$$L = t_r \cdot \frac{v_m}{3.6} + \frac{v_m^2}{254 \cdot (f_{jk} \pm s)}$$

L = pysähtymismatka [m]
 t_r = reaktioaika [s]
 v_m = mitoitusnopeus [km/h]
 f_{jk} = keskimääräinen jarrutus-
kitkakerroin
 s = tien pituuskaltevuus

Kohtaamisnäkemä on mitoittava vain matalanopeuksisilla, yksiajoakaistaisilla teillä ja kaduilla.

3.2.3 Ohitusnäkemä

Ohitusnäkemä on matka, minkä etäisyydelle ajoneuvon kuljettajan tulee voida nähdä tien suuntaan voidakseen ohittaa edellään ajavan ajoneuvon turvallisesti. Eri laatuluokkien mukaiset ohitusnäkemät on esitetty taulukossa 3.3.

Taulukko 3.3: Ohitusnäkemä.

Nopeusrajoitus [km/h]	Ohitusnäkemä [m]		
	Hy	Ty	Vä
50	490	320	280
60	540	370	320
70	590	420	360
80	650	480	410
90	710	540	460
100	780	610	520

Ohitusnäkemälle eri laatuluokissa asetetut vaatimukset ovat seuraavat:

- Hyvissä näkemäolosuhteissa henkilöauto voi ohittaa 22 m pitkän ajoneuvoyhdistelmän, joka ajaa 20 % nopeusrajoitusta hitaammin, ylittämättä nopeusrajoitusta sekä ilman, että sallitulla nopeudella vastaantuleva ajoneuvo joutuu alentamaan nopeuttaan
- Tyydyttävissä näkemäolosuhteissa henkilöauto kykenee ohittamaan toisen henkilöauton hyvää laatuluokkaa vastaavasti
- Välttävän laatuluokan näkemäolosuhteissa nopeusrajoitusta 20 % hitaammin ajavien ajoneuvojen ohittaminen kiihdyttämällä on vaikeaa ylittämättä nopeusrajoitusta

3.2.4 Liittymisnäkemä

Liittymisnäkemä on matka, minkä etäisyydelle tasoliittymään saapuvan ajoneuvon kuljettajan on nähtävä toisen väylän suuntaan voidakseen arvioida tilanteen sellaiseksi, että hän voi kääntyä tälle väylälle tai ylittää sen.

Pääkadun suunnassa näkemän tulee olla niin pitkä, että liittyvältä kadulta tai tieltä saapuvan ajoneuvon kuljettaja kykenee arvioimaan onko pääväylää pitkin lähestyvä ajoneuvo riittävän etäällä liittymästä eli onko aikaväli ajoneuvon riittävä. Kuljettajien todellisen ajokäyttäytymisen perusteella määräytyvät näkemät ovat taulukon 3.4 mukaiset. Hyvän laatuluokan mukaisen näkemäpituuden katsoo riittäväksi 85% ja tyydyttävän 50% ajoneuvojen kuljettajista. Välttävä arvo vastaa tyydyttävää pysähtymisnäkemää.

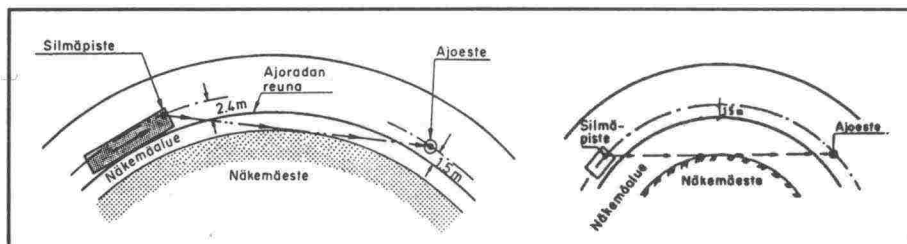
Taulukko 3.4: Mitoitusliittymisnäkemä pääkadun suunnassa.

Nopeusrajoitus [km/h]	Mitoitusliittymisnäkemä [m]		
	Hy	Ty	Vä
50	110	85	60
60	140	110	75
70	175	135	95
80	210	165	120
90	260	200	145
100	300	240	180

3.3 Näkemäalueet

Kadun ja tien kaarrekohdissa tarvittavat näkemäalueet varataan vähintään muussa väyläsuunnittelussa käytetyn pysähtymisnäkemän perusteella. Joukkoliikenteen käyttämillä väylillä tulisi näkemäalueet varata ja tarkistaa lisäksi linja-auton pysähtymisnäkemän mukaisesti.

Näkemäalueen raja ja näkemäraivausten tarve määrätään tielinjan, tasausviivan, poikkileikkauksen, maaston ja lumivaran sekä näkemäsäteiden korkeuden perusteella. Kaiteiden, istutetun kasvillisuuden ja liikennemerkkien vaikutus tulee myös tarkistaa.



Kuva 3.2: Joukkoliikenteen ja muun liikenteen näkemäalueen määrittäminen.

4 TASAUS

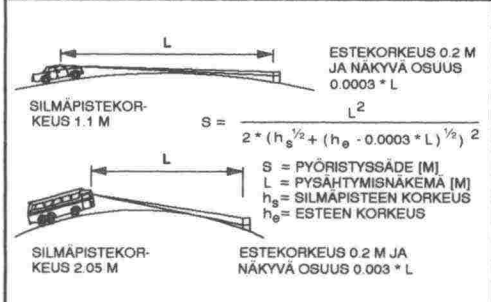
4.1 Pyöristyskaaret

Pyöristyskaaren avulla pyöristetään tasausviivan suorien osien taitekohdat. Pyöristyskaaret mitoitetaan näkemävaatimusten ja sallitun pystykiihtyvyyden perusteella. Pystykiihtyvyyteen perustuvaa menettelyä käytetään, kun näkemät eivät aseta pyöristyssäteen vähimmäisarvolle rajoituksia.

Taulukon 4.1 mukaisia kuperan pyöristyskaaren säteen vähimmäisarvoja voidaan käyttää, kun kaari on vähintään vaaditun pysähtymisnäkemän pituinen. Pyöristyskaaren pituuden ollessa lyhyempi riittää pienempi säde. Näkemätarkastelu tulee tällöin tehdä tapauskohtaisesti.

Taulukko 4.1: Kuperan pyöristyssäde liittymäväleillä.

Nopeus- rajoitus [km/h]	Kuperan pyöristyssäde [m]		
	Hy	Ty	Vä
50	1100	700	460
60	2400	1300	1000
70	4000	2300	1700
80	6200	3700	2600
90	9400	5100	4400
100	11500	8000	6600
110	14000	12000	10500
120	20000	17000	15000



ESTEKORKEUS 0.2 M
JA NÄKYVÄ OSUUS
 $0.0003 \cdot L$

$S = \frac{L^2}{2 \cdot (h_1^{1/2} + (h_2 - 0.0003 \cdot L)^{1/2})^2}$

S = PYÖRISTYSSÄDE [M]
 L = PYSÄHTYMNÄKEMÄ [M]
 h_1 = SILMÄPISTEEN KORKEUS
 h_2 = ESTEEN KORKEUS

SILMÄPISTEKORKEUS 1.1 M

SILMÄPISTEKORKEUS 2.05 M

ESTEKORKEUS 0.2 M JA
NÄKYVÄ OSUUS $0.003 \cdot L$

Tasoliittymien kohdalla tarvittavat kuperan pyöristyssäteiden arvot perustuvat kuljettajien hyväksymien aikavälien mukaisiin näkemäpituuksiin. Taulukon 4.2 suositusten estekorkeutena on käytetty ajovalokorkeutta. Taulukon arvoja voidaan käyttää, kun näkemäeste on korkeintaan 0.2 m korkea esim. reunakiivi keskikaistalla.

Taulukko 4.2: Kuperan pyöristyssäde tasoliittymän kohdalla.

Nopeus- rajoitus [km/h]	Kuperan pyöristyssäde [m]		
	Hy	Ty	Vä
50	2500	1500	800
60	4000	2500	1200
70	6500	4000	2000
80	9000	6000	3000

Haluttaessa mitoittaa kuperat pyöristyskaaret valaisemattomilla teillä ajoneuvojen valojen valaiseman tieosan mukaisesti tulee käyttää taulukon 4.3 mu-

kaisia pyöristyssäteen arvoja. Käytännössä ajoneuvojen kaukovalojen tehokas valaisuetäisyys on parhaimmillaankin vain n. 150 m.

Taulukko 4.3: Kuperan pyöristyskaaren mitoitus valaisemattomilla teillä.

Nopeus- rajoitus [km/h]	Kupera pyöristyssäde [m]		
	Hy	Ty	Vä
50	1800	1200	700
60	3600	2300	1500
70	6200	3900	2500
80	10500	6400	3900
90	14500	7700	6600
100	18000	12000	10000
110	22000	19000	16000
120	32000	27000	24000

ESTEEN KORKEUS
0.2 M JA NÄKYVÄ
OSUUS 0.0003 * L

AJOVALOJEN
KORKEUS 0.6 M

$S = \frac{L^2}{2 * (h_s^{1/2} + (h_e - 0.0003 * L)^{1/2})^2}$

S = PYÖRISTYSSÄDE [M]
L = PYSÄHTYMISNÄKEMÄ [M]
h_s = AJOVALOJEN KORKEUS
h_e = ESTEEN KORKEUS

AJOVALOJEN
KORKEUS 1.0 M

ESTEEN KORKEUS
0.2 M JA NÄKYVÄ
OSUUS 0.0003 * L

Koverien pyöristyskaarien säteet mitoitetaan valaistuilla teillä pystykihtiyyvyyden ja ulkonäköseikkojen perusteella. Jyrkän taitteen vaikutelman välttämiseksi tulee kaaren pituuden kuitenkin olla vähintään $2 \times v$ [m] pituinen, jossa v on mitoitusnopeus [km/h]. Taulukon 4.4 ajodynamiikan perusteella laskettuja arvoja voidaan aina käyttää myös tasausviivan pieniä koveria ja kuperia taitekulmia (lyhyt kaari) pyöristettäessä.

Taulukko 4.4: Koveran pyöristyskaaren mitoitus.

Nopeus- rajoitus [km/h]	Kovera pyöristyssäde [m]		
	Hy	Ty	Vä
50	600	400	200
60	800	600	300
70	1000	800	400
80	1300	1000	500
90	1600	1300	650
100	1700	1600	800
110	1900	1900	1000
120	2300	2300	1200

$$S = \frac{v_m^2}{12.96 * a}$$

S = pyöristyssäde [m]
v_m = mitoitusnopeus [km/h]
a = pystykihtiivyyys [m/s²]

Väylillä, joilta valaistus puuttuu, on käytössä vain tiettyinä vuorokauden aikoina tai on muuten riittämätön, tulee koverien pyöristyskaarien mitoitus suorittaa ajoneuvon valonheittäjien valaiseman ajoradan osan mukaisesti. Pyöristyskaaren ollessa pysähtymisnäkemää lyhyempi riittää taulukossa 4.5 esitettyä pienempikin säde.

Taulukko 4.5: Kovera pyöristys valaisemattomalla väylällä.

Nopeus- rajoitus [km/h]	Kovera pyöristyssäde [m]		
	Hy	Ty	Vä
50	1500	1100	750
60	2300	1700	1300
70	3300	2500	1800
80	4500	3300	2300
90	4800	3400	3200
100	5400	4400	4000
110	6000	5500	5100
120	7300	6700	6300

ESTEEN KORKEUS 0.2 M JA NÄKYVÄ OSUUS 0.0003 * L

AJOVALOJEN KORKEUS 0.6 M

$$S = \frac{L^2}{2 * (h + (a - b) * L)}$$

S = PYÖRISTYSSÄDE [M]
L = PYSÄHTYMISNÄKEMÄ [M]
h = AJOVALOJEN KORKEUS
a = AJOVALOKULMA 1°
b = NÄKEMÄKULMA 0.003 rad

AJOVALOJEN KORKEUS 1.0 M

ESTEEN KORKEUS 0.2 M JA NÄKYVÄ OSUUS 0.0003 * L

4.2 Pituuskaltevuus

Ajoradan pituuskaltevuus valitaan siten, että väylä on riittävän kulkukelpoinen ja turvallinen ajoneuvoliikenteen kannalta. Raskaiden ajoneuvojen on voitava säilyttää riittävä nopeus pitkissäkin ylämäissä. Alamäissä eivät pysähtymismatkat talviolosuhteissa saa olla liian pitkiä. Ajoradan kuivatuksen takia pituuskaltevuuden tulisi kuitenkin olla vähintään 1 % ja poikkeustapauksissa kin ainakin 0.5 %.

Taulukossa 4.6 on annettu eri laatuluokkien mukaiset suositeltavat enimmäispituuskaltevuudet erikseen liittymäväleille ja liittymäalueille. Tasoliittymä-alueilla ajoradan loivien odotustilaosuuksien tulee olla vähintään kunkin tulosuunnan pisimmän pysähtymään joutuvan autojonon pituisia.

Taulukko 4.6: Pituuskaltevuudet.

Liikennealue	Pituuskaltevuus [%]		
	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä
Liittymäväli	3	5	7
Tasoliittymä tai pysäkki	2	3	4

4.3 Sivukaltevuus ja sen muutokset

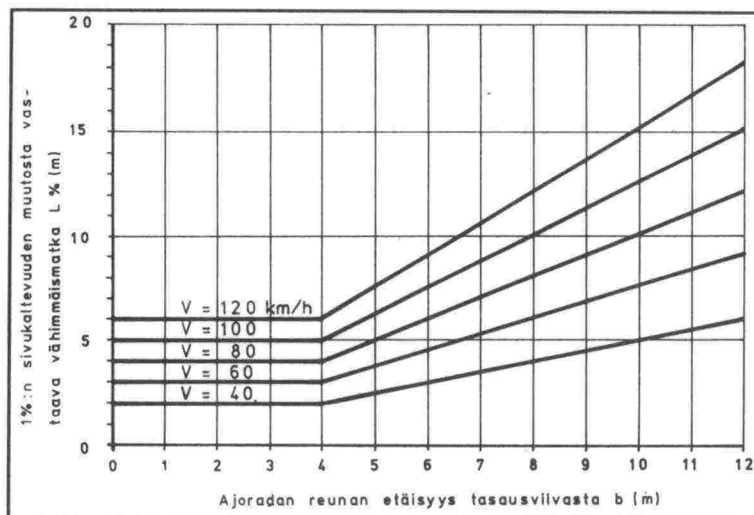
Ajoradan sivukaltevuus ja sen muutokset määräytyvät mm. kuivatuksen, päällystetyypin, jälkipainumien sekä ajomukavuus- ja ajoturvallisuustekijöiden perusteella. Kaupunkipääväylien asfalttipäällysteillä kaksipuolinen sivukaltevuus on yleensä 3 %. Kaarteiden kohdalla yksipuolinen sivukaltevuus ei saa olla taulukossa 4.7 esitettyä suurempi.

Taulukko 4.7: Yksipuolisen sivukaltevuuden enimmäisarvot.

Nopeusrajoitus [km/h]	Sivukaltevuus [%]
≤ 50	5
60-80	6
> 80	7

Sivukaltevuus kaarteiden kohdalla määrätään siten, ettei ajoneuvon kuljettajaan kohdistuva sivukiihtyvyys ole epämiellyttävä ja että ajoneuvo on pysäytettävissä mitoituspysähtymisnäkemän matkalla ylittämättä mitoittavaa jarrutuskitkerointia. Sivukaltevuus ei kuitenkaan mielellään saisi olla niin suuri, että nopeusrajoituksen mukaisesti ajettaessa sivusuuntaisten voimien resultantti on sisäkaarteeseen päin.

Sivukaltevuuden muutokset tehdään kaarteeseen liittyvällä siirtymäkaaren matkalla tai suoralla tieosalla. Kahden eri suuruisen kaarteiden ollessa välittömästi peräkkäin suoritetaan muutos suurempisäteisellä kaarella. Ajodynaamisista ja optisista syistä ei sivukaltevuuden muutosmatka saa olla kuvassa 4.1 esitettyä lyhempi.



Kuva 4.1: Sivukaltevuuden muutosmatka eri mitoitusnopeuksilla.

Tien pituuskaltevuusalueilla < 0.5% tai > 3% ei sivukaltevuuden muutosta saa, sivukaltevuuden samanaikaisesti ollessa < 2%, suorittaa ajoradan kuivatuksen takia pidemmällä matkalla kuin 1%/10 m. Pituuskaltevuudeltaan pieniin muutoskohtiin muodostuisi muutoin vesilammikoita ja suurilla pituuskaltevuuksilla pintavedet virtaisivat pitkiä matkoja ajorataa pitkin.

5 PITUUSGEOMETRIA

5.1 Kaarresäteet

Liikenneväylien kaarresäteet mitoitetaan nopeuden, sallitun sivukitkan, laatu-
luokkaa vastaavan sallitun sivukiihtyvyyden ja ajoradan sivukaltevuuden
perusteella. Suositeltavat minimiarvot on esitetty taulukossa 5.1. Kaarteen
sisäpuolisen kiinteän näkemäesteen esim. tunnelin tai kallioleikkauksen koh-
dalla on pysähtymisnäkemän saavuttamiseksi käytettävä näkemävaatimusten
mukaisia, riittävän suuria säteitä.

Taulukko 5.1: Kaarresäteiden minimiarvot.

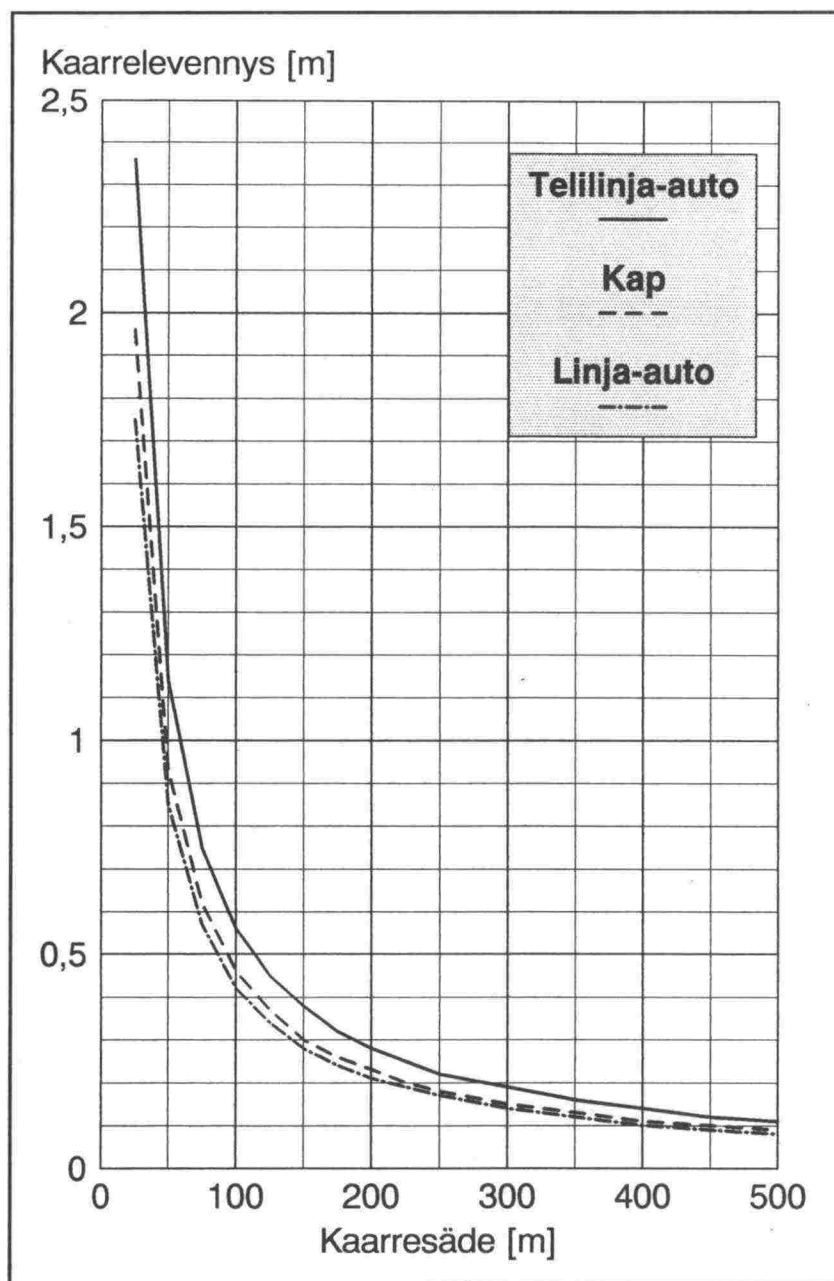
Nopeusrajoitus [km/h]	Kaarresäde [m]								
	50			60			70		
	Hy	Ty	Vä	Hy	Ty	Vä	Hy	Ty	Vä
Yksipuolinen sivukaltevuus									
3 %	160	130	100	260	200	150	390	300	220
4 %	150	120	90	240	190	140	350	280	210
5 %	140	110	85	220	180	135	320	260	200
6 %	-	-	-	200	170	130	300	240	190
7 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kaksipuolinen sivukaltevuus									
3 %	600	500	400	1000	800	600	1500	1200	900
4 %	1300	1000	800	2100	1700	1300	3200	2500	1900
80									
90									
100									
Yksipuolinen sivukaltevuus									
3 %	530	420	320	700	580	440	950	800	600
4 %	480	390	300	640	530	410	850	720	560
5 %	440	360	280	580	500	390	750	650	530
6 %	400	340	270	530	460	360	700	600	500
7 %	-	-	-	490	430	350	650	560	460
Kaksipuolinen sivukaltevuus									
3 %	2100	1700	1300	-	-	-	-	-	-
4 %	4300	3500	2700	-	-	-	-	-	-

5.2 Kaarrelevennys

Kaarteessa liikkuvan ajoneuvon kiinteät takapyörät kulkevat pienempisäteistä
kaarta pitkin kuin kääntyvät etupyörät. Pienisäteisissä kaarteissa tulee tämän
vuoksi tarkastaa mitoittavan ajoneuvoyhdistelmän avulla väylän poikkileik-
kauksen riittävyys ja tarvittaessa leventää ajorataa.

Väylän poikkileikkauksen mitoittavista ajoneuvoyhdistelmistä ainakin normaali-
liikennetilanteen mukaisen yhdistelmän tulee voida liikkua kaarteissa
samaa ajotapaa käyttäen kuin suorallakin tieosuudella. Poikkeuksellisen ajo-
neuvoyhdistelmän käyttö, ajotapa ja lisätilan tarve tulee harkita tapauskohtai-
sesti.

Eri mitoitus- ja tarkistusajoneuvoja ja ajoradan kaarresäteitä vastaavat kaarrelevennykset on esitetty kuvassa 5.1. Mitoitusajoneuvoyhdistelmän mukainen kokonaislevennys sijoitetaan yleensä symmetrisesti ajoradan kumpaankin reunaan ja siten, että ajokaistat ovat täysilevyisiä ympyränkaaren alkaessa. Tasoitus tehdään siirtymäkaaren matkalla tai riittävän pitkällä, vähintään mitoitusnopeuden pituisella ($\text{km/h} \approx \text{m}$) suoralla osuudella ennen kaarretta.



Kuva 5.1: Ajoradan kaarrelevennys.

5.2 Siirtymäkaaret

Siirtymäkaaren säde muuttuu vähitellen ja sitä käytetään ajodynamiikan ja optisen ohjauksen takia mm. suoran ja kaarteeseen sekä kahden kaarteeseen välissä. Tavallisin siirtymäkaari on klotoidi, jonka kaarevuus muuttuu suoraviivaisesti pituuden funktiona.

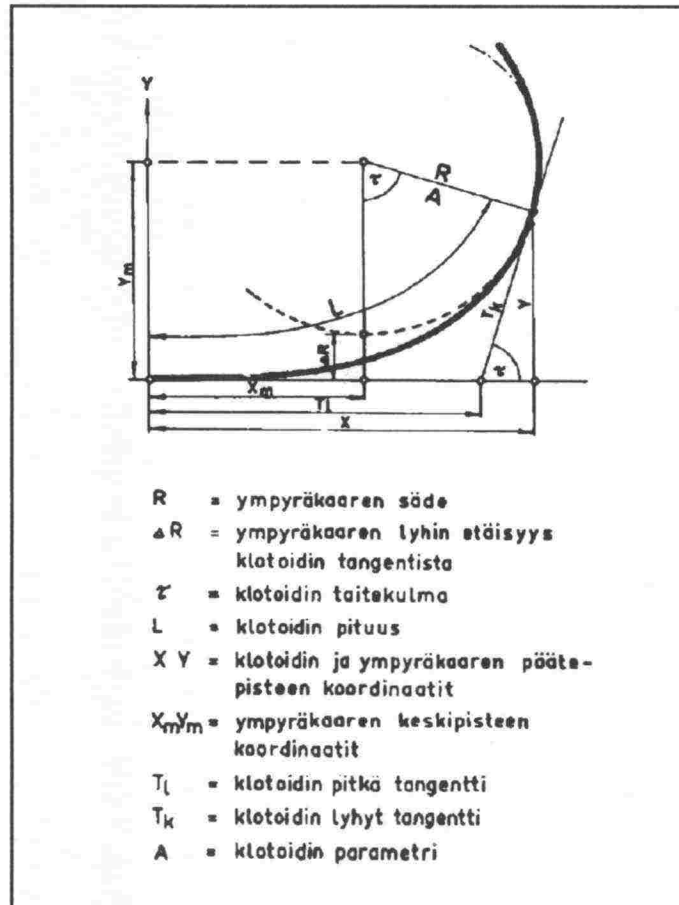
$$A^2 = RL$$

A = klotoidin parametri

L = klotoidin kaaren pituus

R = ympyräkaaren säde

Klotoidin mitoittamiseen liittyvät tekijät on esitetty kuvassa 5.2 ja liitteessä 3.



Kuva 5.2: Klotoidin mitoitusarvot.

Siirtymäkaaren käyttäminen ajodynamiikan perusteella on sitä perustellumpaa mitä suurempi on sallittu ajonopeus, mitä kapeampi on ajoradan poikkileikkaus ja mitä pienempi on kaarresäde. Sallitun sivukiihtyvyyden muutoksen (0.5 m/s^3) perusteella saadaan siirtymäkaaren pituudelle ja klotoidin paramet-

rille seuraavat nopeudesta v [km/h], kaarresäteistä R [m] ja sivukaltevuuksista q riippuvat vähimmäisarvot:

$$L_{\min} = 0.043 * v^3 * \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) - 5.45 * v * (q_2 - q_1)$$

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{L_{\min}}{\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)}} = \sqrt{\frac{L_{\min} * R_1 * R_2}{R_1 - R_2}}$$

Sivukaltevuuden muutokseen tarvittavan vähimmäismatkan L_q perusteella tulee klotoidin parametrin vähimmäisarvon olla:

$$A_{\min} = \sqrt{R * L_q}$$

Optisten ja liikenneturvallisuuteen liittyvien näkökohtien perusteella tulee klotoidin taitekulman τ olla välillä 3.5 - 31.8 gon. Vaatimuksen johdosta parametrin A on oltava:

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

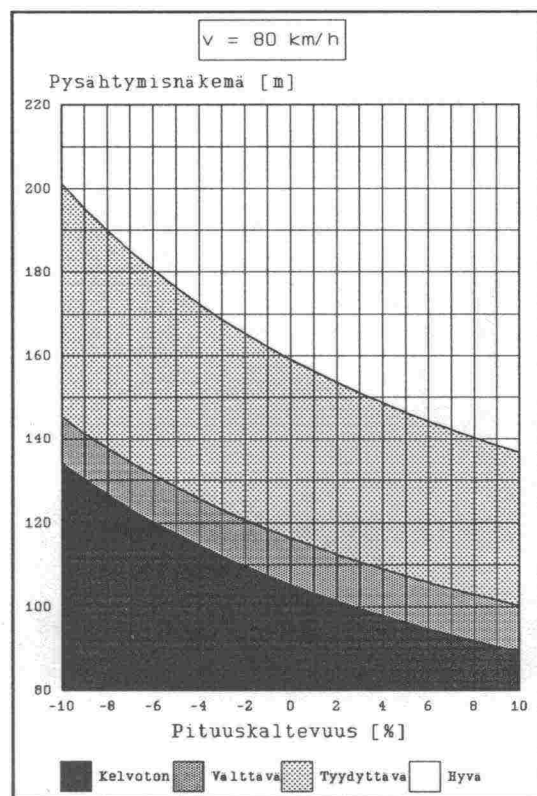
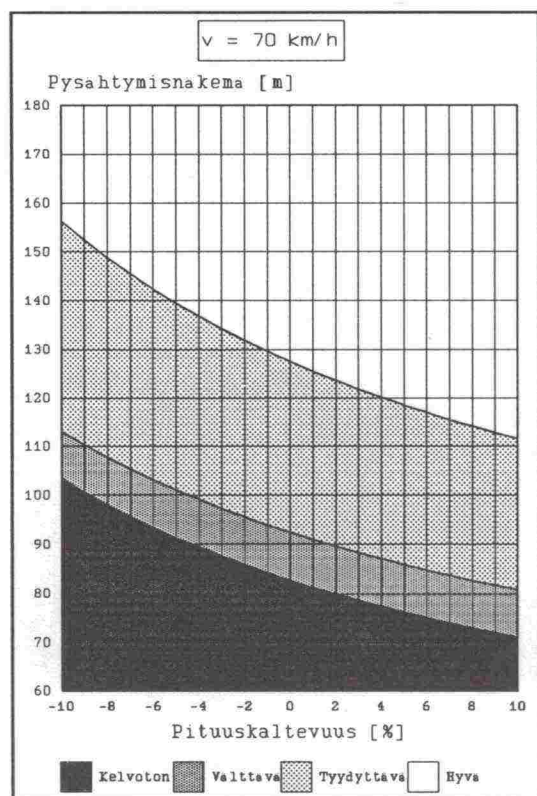
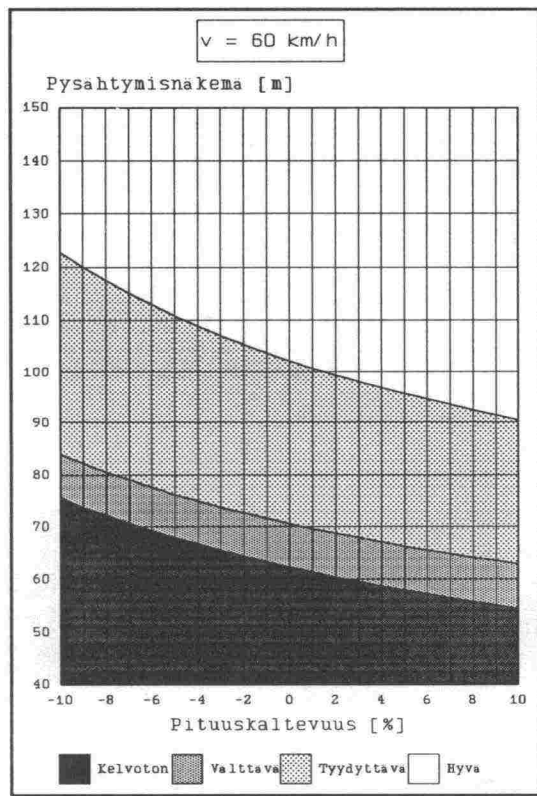
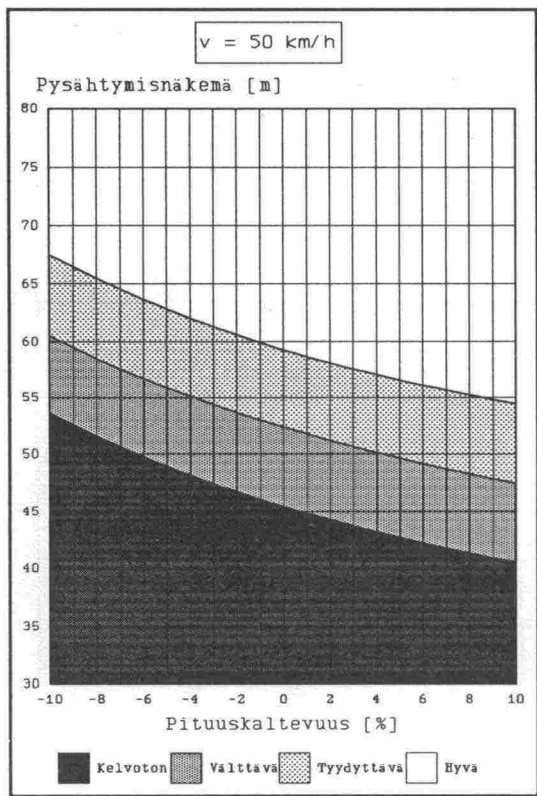
Suurten kaarresäteiden yhteydessä voi klotoidin parametri olla jonkin verran pienempi kuin $R/3$. Parametria ei kuitenkaan pidä myöskään valita niin suureksi, ettei sivukaltevuuden muutosta voida toteuttaa siirtymäkaaren matkalla. Perussääntönä on, että suoran ja kaarteiden välissä olevan siirtymäkaaren parametrin ja kaarresäteiden suhteen tulee olla sitä suurempi mitä pienempi on kaarresäde.

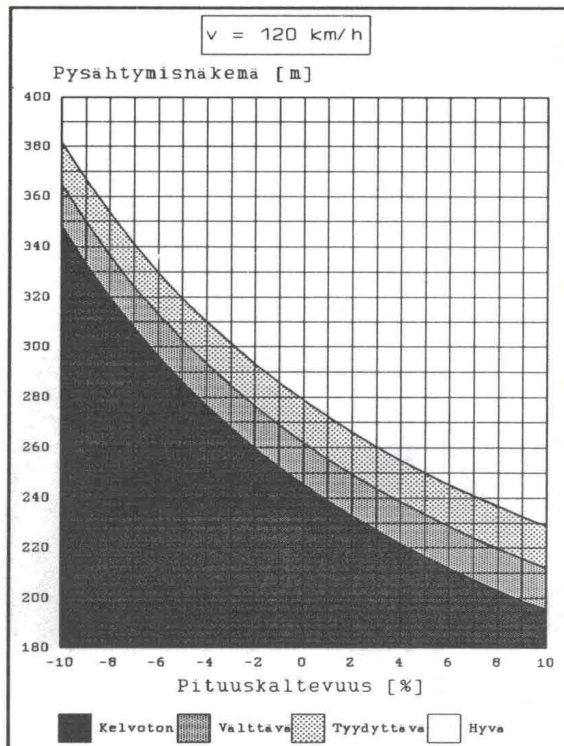
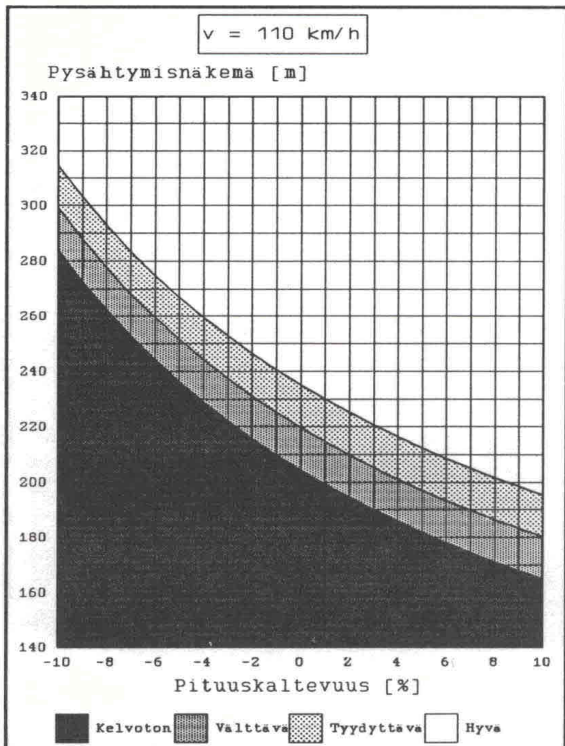
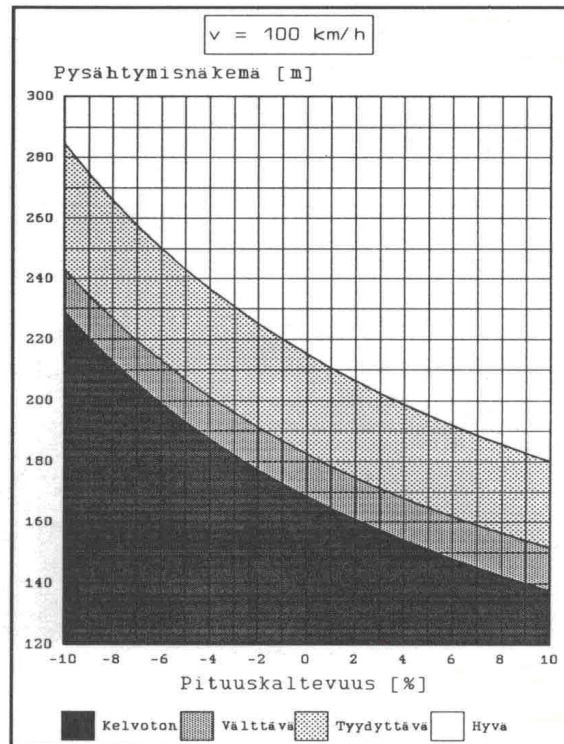
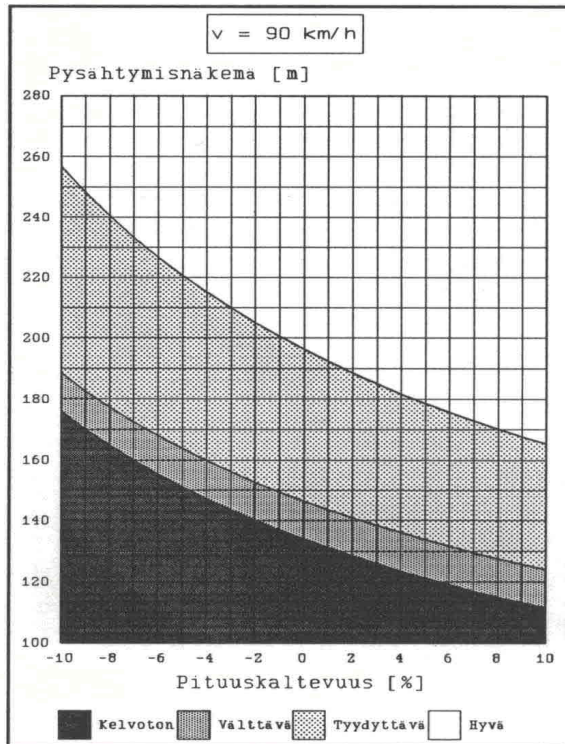
Yleensä johdatus kaarteeseen tulee tehdä sitä joustavammin mitä pidempi suora tieosuus on ja mitä leveämpi on tien poikkileikkaus. Tämä edellyttää suurehkon parametrin valitsemista. Pieni parametrin arvo voi kuitenkin olla joskus perusteltu pitkän suoran päässä olevan kaarteiden optisen ohjauksen tehostamiseksi. Kaarre vaikuttaa tällöin todellista jyrkemältä ja johtaa ajonopeuden alentamiseen.

6 LIITTEET

1. Pysähtymisnäkemät
2. Ohitusnäkemän laskentamalli
3. Klotoidin geometria

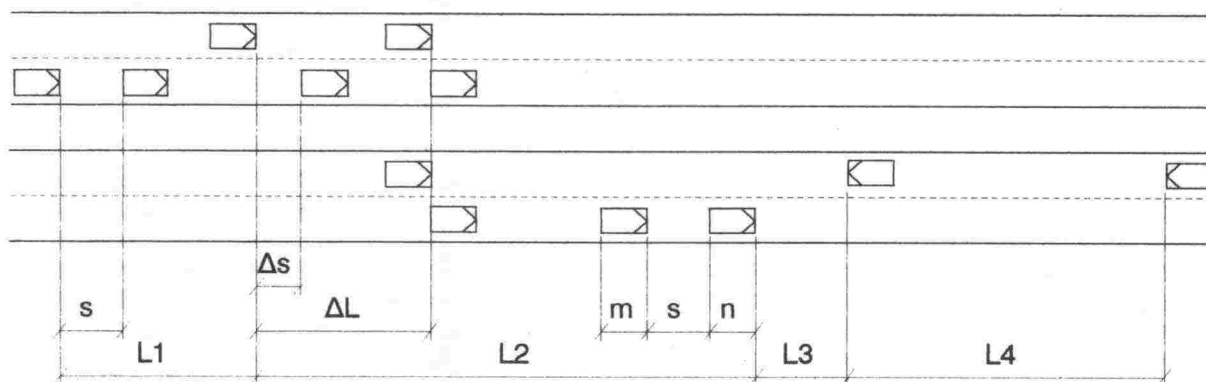
PYSÄHTYMNÄKEMÄT





OHITUSNÄKEMÄ

Laskentamalli ha/ha ja ha/kap ohituksille

**L1 : Ohittajan nopeus noussut nopeusrajoitukseen**

$$t_1 = \Delta v / a$$

$$L_1 = (v - \Delta v) \cdot \Delta v / a + 0.5 \cdot \Delta v^2 / a$$

ΔL : Ohittaja saavuttanut ohitettavan

$$\Delta t = \Delta s / \Delta v$$

$$\Delta s = s - 0.5 \cdot \Delta v^2 / a$$

$$\Delta L = v \cdot \Delta s / \Delta v$$

L2 : Ohittaja palannut omalle kaistalleen

$$t_2 = (2 \cdot s + m + n - 0.5 \cdot \Delta v^2 / a) / \Delta v$$

$$L_2 = v / \Delta v \cdot (2 \cdot s + m + n - 0.5 \cdot \Delta v^2 / a)$$

L3 : Turvallisuusväli

$$L_3 = v \cdot t_3$$

L4 : Vastaan tulevan ajoneuvon kulkema matka

$$L_4 = L_2 - \Delta L$$

Vastaan tulevan ajoneuvon kulkemasta matkasta otetaan huomioon ainoastaan matka, joka ohittajalta kuluu välittömästi ohitettavan takaa ohituksen loppuun saattamiseen. Jos ohittaja havaitsee vastaan tulevan ajoneuvon aikaisemmin, hänen oletetaan keskeyttävän ohituksen.

OHITUSNÄKEMÄ :

$$L_1 + L_2 + L_3 + L_4$$

LÄHTÖTIEDOT :

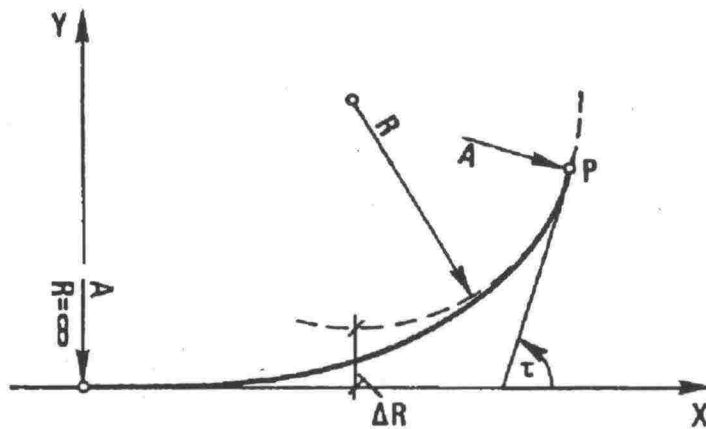
v [km/h]	a [m/s ²]
50	1.4
60	1.2
70	1.0
80	0.9
90	0.8
100	0.7

Lähtöarvo	Hyvä	Tyydyttävä	Matala
m	22 m	5 m	5 m
n	5 m	5 m	5 m
t ₃	3 s	3 s	0 s

$$s = 0.8 \cdot v \quad (\text{aikaväli } 1 \text{ s})$$

$$\Delta v = 0.2 \cdot v \quad (20\% \text{ nopeusero})$$

KLOTOIDIN GEOMETRISET MITOITUSARVOT



$$A^2 = R \cdot L$$

$$\tau[\text{rad}] = \frac{L}{2 \cdot R}$$

$$\tau[\text{gon}] = \frac{L}{2 \cdot R} \cdot \frac{200 \text{ gon}}{\pi}$$

$$X = \int_0^L \cos \frac{L^2}{2} dL \approx L$$

$$Y = \int_0^L \sin \frac{L^2}{2} dL \approx \frac{L^2}{6 \cdot R}$$

$$\Delta R \approx \frac{L^2}{24 \cdot R}$$

- R [m] = Kaarresäde klotoidin pisteessä P
 L [m] = Klotoidin pituus alkamispisteen ja pisteen P välillä
 τ = Klotoidin alku- ja loppupisteen välinen kulma
 X, Y [m] = Pisteen P koordinaatit
 ΔR [m] = Pisteestä P alkavan ympyräkaaren lyhin etäisyys klotoidin tangentista

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 34/1991 Hankasalmen ja Kauhavan taajamakuvatarkastelu. TIEL 3200032
- 35/1991 Tietullit ja kiinteät tienkäyttömaksut, optimaalinen maksujärjestelmä tieliikennesektorille. TIEL 3200033
- 36/1991 Kansalaisten osallistuminen tiensuunnitteluun; Muurla-Lohjanharju vaihtoehtoselvityksen arviointi. TIEL 3200034
- 37/1991 Rautatien tasoristeysonnettomuudet yleisillä teillä 1990. TIEL 3201870-91
- 38/1991 Palvelutasomittareiden vertailumittaukset 1991. TIEL 3200008-91
- 39/1991 Mittausautomaation hyödyntäminen maarakennuskoneiden ohjauksessa. TIEL 3200035
- 40/1991 Ramppiohjausselvitys. TIEL 3200036
- 41/1991 Ramps Metering Review. TIEL 3200037E
- 42/1991 Kuorma-autojen vaikutuksesta muuhun liikenteeseen. TIEL 3200038
- 43/1991 Maksuhalukkuusmenettelyn soveltuvuus tieliikenteen vaikutusten arviointiin. TIEL 3200039
- 44/1991 Nauvo-Parainen kiinteä tieyhteys: hyvinvointivaikutusten arviointi. TIEL 3200040
- 45/1991 Levähdysalueet ja levähdysalueiden kalusteet. TIEL 3200041
- 46/1991 Tiehöylän karheenlevittimien vertailu. TIEL 3200042
- 47/1991 Lautassirottimien vertailu. TIEL 3200043
- 48/1991 Liuoslevittimien käyttökokeilu. TIEL 3200044
- 50/1991 Lumitilat yleisillä teillä, perusselvitys
- 51/1991 Raakapuun kuljetusmalli. TIEL 3200046
- 52/1991 Autokanta- ja liikenne-ennusteita eräissä maissa. TIEL 3200047
- 53/1991 Tieverkon ylläpidon ohjausjärjestelmät; otostiet ja rappeutumismallit. TIEL 3200048
- 54/1991 Tieverkon ylläpidon ohjausjärjestelmät; lähtötiedot ja perustulokset. TIEL 3200049
- 55/1991 Ympäristövaikutusten arviointiselostus, maantie 5053. TIEL 3200050
- 56/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Suunnittelu- ja mitoitusperusteet. TIEL 3200051
- 57/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Suuntaus. TIEL 3200052
- 58/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Kevytliikenne. TIEL 3200053
- 59/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Joukkoliikenne. TIEL 3200054
- 60/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Pääväylä ja ympäristö. TIEL 3200055

ISBN 951-47-5527-8
ISSN 0788-3722
TIEL 3200052